UDC

中华人民共和国国家标准

P　　GB/T 50076-2013

室内混响时间测量规范

Code for measurement of the reverberation time in rooms

2013-08-08　发布　　2014-03-01　实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局　联合发布

中华人民共和国国家标准

室内混响时间测量规范

Code for measurement of the reverberation time in rooms

GB/T 50076－2013

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
实施日期：2 0 1 4 年 3 月 1 日

中国建筑工业出版社

2013 北 京

查标准上建标网　　www.jz321.net

中华人民共和国国家标准

室内混响时间测量规范

Code for measurement of the reverberation time in rooms

GB/T 50076 - 2013

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

环球印刷（北京）有限公司印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：1⅜ 字数：34千字

2014年1月第一版 2014年1月第一次印刷

定价：**10.00**元

统一书号：15112·23774

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：http://www.cabp.com.cn

网上书店：http://www.china-building.com.cn

中华人民共和国住房和城乡建设部
公　　告

第121号

住房城乡建设部关于发布国家标准《室内混响时间测量规范》的公告

现批准《室内混响时间测量规范》为国家标准，编号为GB/T 50076－2013，自2014年3月1日起实施。原《厅堂混响时间测量规范》GBJ 76－84同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2013年8月8日

查标准上建标网　　www.jz321.net

前　言

本规范是根据原建设部《关于印发〈二〇〇〇—二〇〇二年度工程建设国家标准制订、修订计划〉的通知》（建标［2002］85号）的要求，由清华大学建筑学院会同有关单位共同对原国家标准《厅堂混响时间测量规范》GBJ 76－84进行修订而成。

本规范在修订过程中，修订组在深入调查研究、长期大量实验工作的基础上，认真总结实践经验，并广泛征求意见，对主要问题进行了反复修改，最后经审查定稿。

本规范共分5章。主要内容包括：总则，术语和符号，测量系统，测量方法，结果的表达。

本规范由住房和城乡建设部负责管理，清华大学建筑学院负责具体技术内容的解释。在执行本规范过程中，希望各单位在工作实践中注意积累资料，总结经验。如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄交清华大学建筑学院（地址：北京市海淀区清华大学中央主楼104；邮政编码100084），以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、参加单位、主要起草人员和主要审查人员：

主 编 单 位：清华大学建筑学院

参 编 单 位：中国建筑科学研究院

参 加 单 位：北京市建筑设计研究院

同济大学

上海现代设计集团

浙江大学

欧文斯科宁（中国）投资有限公司

北新集团建材股份有限公司

青岛福益阻燃吸声材料有限公司
河北宏远玻璃纤维制品厂
北京朗德科技有限公司
北京长城家具公司
北京易思奥达声光电子设备有限公司
长沙高新技术产业开发区天龙科技发展有限公司
科德宝无纺布集团（SoundTex）

主要起草人员：李晋奎 燕 翔 徐学军 林 杰
谭 华 朱相栋 薛小艳

主要审查人员：秦佑国 郑敏华 王 铮 陈 江

查标准上建标网 www.jz321.net

目　次

1　总则 …………………………………………………………… 1
2　术语和符号 …………………………………………………… 2
　2.1　术语 …………………………………………………… 2
　2.2　符号 …………………………………………………… 3
3　测量系统 ……………………………………………………… 4
　3.1　室内环境 ……………………………………………… 4
　3.2　中断声源法的声源 …………………………………… 4
　3.3　脉冲响应积分法的声源 ……………………………… 5
　3.4　传声器和滤波器 ……………………………………… 5
　3.5　声记录设备 …………………………………………… 6
　3.6　声级计和声压级记录仪 ……………………………… 6
4　测量方法 ……………………………………………………… 8
　4.1　测量频率 ……………………………………………… 8
　4.2　声源位置 ……………………………………………… 8
　4.3　传声器位置 …………………………………………… 9
　4.4　脉冲响应积分法获得衰变曲线 ……………………… 11
　4.5　中断声源法获得衰变曲线 …………………………… 12
　4.6　使用衰变曲线计算混响时间 ………………………… 12
　4.7　空间平均 ……………………………………………… 13
5　结果的表达 …………………………………………………… 14
　5.1　图表及曲线 …………………………………………… 14
　5.2　检测报告 ……………………………………………… 15
本规范用词说明 ………………………………………………… 17
引用标准名录 …………………………………………………… 18
附：条文说明 …………………………………………………… 19

Contents

1 General Provisions ········· 1
2 Terms and Symbols ········· 2
2.1 Terms ········· 2
2.2 Symbols ········· 3
3 Measurement System ········· 4
3.1 Measurement Conditions in Rooms ········· 4
3.2 Sound Source of Interrupted Noise Method ········· 4
3.3 Sound Source of Impulse Response Method ········· 5
3.4 Microphones and Filter ········· 5
3.5 Sound Recording Equipments ········· 6
3.6 Sound Level Meter and Recorder ········· 6
4 Measurement Procedures ········· 8
4.1 Measurement Frequencies ········· 8
4.2 Sound Source Positions ········· 8
4.3 Microphone Positions ········· 9
4.4 Decay Curve of Impulse Response Method ········· 11
4.5 Decay Curve of Interrupted Noise Method ········· 12
4.6 Reverberation Time Calculated from Decay Curve ········· 12
4.7 Spatial Averaging ········· 13
5 Statement of Result ········· 14
5.1 Tables and Curves ········· 14
5.2 Test Report ········· 15
Explanation of Wording in This Code ········· 17
List of Quoted Standards ········· 18
Addition: Explanation of Provisions ········· 19

查标准上建标网 www.jz321.net

1 总　　则

1.0.1 为了测量厅堂及各类房间的室内混响时间，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于语言、演出或音乐用房间，需要吸声降噪的房间，以及有特殊音质要求的居住类建筑的房间的混响时间的测量。本规范不适用于声学实验室等特殊房间的混响时间的测量。本规范不适用于房间三维尺度中最大尺寸与最小尺寸之比大于 5 的特殊室内空间和任一维度尺寸小于测量频率半波长的房间的混响时间的测量。

1.0.3 室内混响时间的测量，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术　　语

2.1.1 衰变曲线　decay curve

声源发声待室内声场达到稳态后，声源中断发声，室内某点声压级随时间衰变的曲线，可使用中断声源法或脉冲响应积分法测得。

2.1.2 混响时间　reverberation time

室内声音已达到稳态后停止声源，平均声能密度自原始值衰变到其百万分之一（60dB）所需要的时间，单位：s。可通过衰变过程的(－5～－25)dB或(－5～－35)dB取值范围作线性外推来获得声压级衰变60dB的混响时间，分别记作T_{20}和T_{30}。

2.1.3 中断声源法　interrupted noise method

激励房间的窄带噪声或粉红噪声声源中断发声后，直接记录声压级的衰变来获取衰变曲线的方法。

2.1.4 脉冲响应　impulse response

房间内某一点发出的狄拉克（Dirac）函数脉冲声在另一点形成的声压瞬时状况。

2.1.5 脉冲响应积分法　integrated impulse response method

通过把脉冲响应的平方对时间反向积分来获取衰变曲线的方法。

2.1.6 空场　unoccupied state

讲演者、演员和观众均不在场的房间情况。

2.1.7 排演　studio state

语言或音乐用房内无观众，只有演员、讲演者和少量观摩人员在场的情况，为正式演出而进行的练习表演。

2.1.8 满场　occupied state

查标准上建标网　www.jz321.net

观众上座率达 80%～100%时，处于正常表演或正常使用的情况。

2.2 符 号

d_{min}——传声器距声源最小距离，m；

V——房间容积，m^3；

c——声速，m/s；

T——估计的混响时间，s；

p——脉冲响应声压；

T_1——脉冲响应声压级曲线高于背景噪声基线 15dB 处的时刻；

t_1——背景噪声基线和脉冲响应声压级衰变曲线交点处的时刻；

C——去除噪声干扰的真实脉冲响应平方值从无穷大到 t_1 的积分。

3 测量系统

3.1 室内环境

3.1.1 作为室内音质评价或声学施工验收而进行测量时，房间应处于正常使用条件下，主要设施应就位。

剧院类大型厅堂，舞台和观众厅之间存在防火幕时，应在防火幕升起状态进行测量，防火幕无法升起时，应在测量报告中对防火幕状态进行说明。

带有升降乐池的演出厅堂，应在测量报告中对乐池的状态和乐池内装修状态进行说明。

3.1.2 作为施工期间进行的中后期测量，应在测量报告中详细描述室内装修和陈设状况。

3.1.3 室内背景噪声应满足测量要求。测量期间存在偶发噪声时，应在每次测量后立即观察衰变曲线，并应确定衰变是否受噪声影响。衰变期间受到偶发噪声影响的测量结果应舍弃。

3.1.4 当室内因具有不同使用功能而采用可调混响设计时，应分别测量不同使用功能条件下的混响时间。

3.1.5 室内相对湿度大于90%时，应停止测量。游泳馆等正常使用时高潮湿的环境可不停止测量。

3.1.6 测量期间应保证室内相对湿度和温度的稳定。当相对湿度变化超过±10%，温度变化超过±2℃时，应停止测量。相对湿度和温度的测量精确度应分别达到±5%和±1℃。

3.2 中断声源法的声源

3.2.1 声源应为无指向性声源。指向性和频率特性应符合国家标准《声学　建筑和建筑构件隔声测量　第3部分：建筑构件空气声隔声的实验室测量》GB/T 19889.3－2005中第C.1.3条的

查标准上建标网　　www.jz321.net

规定。

3.2.2 测量过程中不得使用电火花、刺破气球、发令枪等突发声音作为中断声源法的声源；不得使用无法立即中断的声源。

3.2.3 声源的噪声信号应采用窄带噪声或粉红噪声，在声压级满足测量要求时，宜采用粉红噪声信号。

3.2.4 测量在使用电声系统作为声源条件下的室内混响时间时，可使用室内现有的扩声系统作为替代测量声源。

3.3 脉冲响应积分法的声源

3.3.1 脉冲声源应使用突发声音。在测量频率范围内，传声器位置上脉冲声源产生的峰值声压级应至少高于相应频段内背景噪声 45dB；测量 T_{20} 时，则应至少高于相应频段内背景噪声 35dB。

3.3.2 脉冲声的脉冲宽度应足够小，应保证声音在该宽度时间内传播的距离小于房间长、宽、高中最小尺寸的 1/2。

3.3.3 测量声源信号可使用扬声器发出的最大长度脉冲序列信号、线性调频信号。扬声器指向性和频率特性应符合国家标准《声学　建筑和建筑构件隔声测量　第 3 部分：建筑构件空气声隔声的实验室测量》GB/T 19889.3－2005 中第 C.1.3 条的规定。

3.4 传声器和滤波器

3.4.1 混响时间测试应使用全指向性传声器，直径不宜大于 13mm。当传声器为压力场响应型或已配置平直频率响应无规入射校正器的自由场响应型时，其直径可放宽至 26mm。传声器应符合现行国家标准《电声学　声级计　第 1 部分：规范》GB/T 3785.1－2010 中 1 型的规定。

3.4.2 滤波器可使用模拟滤波器或数字滤波器，倍频程或 1/3 倍频程的频带要求，应符合现行国家标准《电声学　倍频程和分数倍频程滤波器》GB/T 3241 的有关规定。

3.4.3 测量用滤波器应符合下列要求：

1　中断声源法，$B \cdot T > 8$ 且 $T > T_{det}$；

2　脉冲响应积分法 $B \cdot T > 4$ 且 $T > T_{det}/4$。

注：T 为测量的混响时间，B 为滤波器带宽，T_{det} 为滤波器和测量系统电混响时间。

3.5　声记录设备

3.5.1　声衰变过程或脉冲响应，可采用模拟型或数字型声记录设备记录。

3.5.2　声记录设备应完整记录声衰变过程和脉冲响应，衰变前和结束后多记录的时间，均不宜少于 2s。

3.5.3　声记录设备不得使用有任何自动增益控制或其他抑制信噪比的电子控制。采用数字声记录设备，应是对声压变化曲线直接采样后的数据，不得采用任何压缩编码处理器。

3.5.4　声记录设备在测量的频带内频率特性容差不应超过±3dB。

3.5.5　在每个被测频带，声记录设备的动态范围内应大于 50dB。

3.5.6　声记录设备回放速度应等于记录速度，误差为±2%以内。

3.6　声级计和声压级记录仪

3.6.1　使用中断声源法测量时，应将传声器接收的或声记录设备回放的电信号经滤波后传入声级计或传入声压级记录仪，进而得到声压级衰变曲线。使用脉冲响应积分法测量时，应将传声器接收的或声记录设备回放的电信号经滤波后得到的脉冲响应声压曲线，再进行平方积分后得到声压级衰变曲线。

3.6.2　声压级衰变曲线的记录方式可为记录仪绘制的连续曲线，也可为数字化声级计记录的一系列离散采样点。声级计和声压级记录仪的时间常数应小于且接近于在测量频带范围内混响时间的 1/20，且不应大于 0.25s，记录声压级离散点采样的数字设备，

查标准上建标网　　www.jz321.net

各点时间间隔应小于声级计时间常数的 1.5 倍。测量时，记录设备应随时进行时间刻度调整，视觉上衰变曲线斜率宜为 45°。

3.6.3 中断声源法测量时，宜把声级计时间常数设成不同的值以适应不同频带。采用粉红噪声源通过滤波同时获取各频带的声压级衰变曲线时，时间常数和采样间隔的确定应以测量频带范围内最短的混响时间为准。

3.6.4 声级计或声压级记录仪应具有信号过载指示。

4 测量方法

4.1 测量频率

4.1.1 测量混响时间的频率应符合下列规定：

1 不应少于 125Hz、250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz 等倍频程中心频率。

2 作为文艺演出类厅堂、电影院音质验收时，宜加测倍频程中心频率 63Hz 和 8000Hz。

4.1.2 采用 1/3 倍频程测量混响时间时，不宜少于 100Hz、125Hz、160Hz、200Hz、250Hz、315Hz、400Hz、500Hz、630Hz、800Hz、1000Hz、1250Hz、1600Hz、2000Hz、2500Hz、3150Hz、4000Hz、5000Hz 等 1/3 倍频程中心频率。

4.2 声源位置

4.2.1 用于降噪计算和扩声系统计算的混响时间测量时，声源应选择有代表性的位置，并应在检测报告中说明声源位置。

4.2.2 用于演出型厅堂音质验收的混响时间测量时，在有大幕的镜框式舞台上，声源位置应选择在舞台中轴线大幕线后 3m、距地面 1.5m 处；在非镜框式或无大幕的舞台上，声源位置应选择在舞台中央、距地面 1.5m 处。在舞台区域和演奏者可能出现的区域，宜增加其他声源的位置。不同声源位置间距不宜小于 3m。舞台防火幕不能升起时，可将声源移至观众厅一侧，声源中心位置应选择在舞台中轴线距防火幕大于 1.5m 处，并应在报告中说明声源位置。

4.2.3 用于非表演型且无舞台的房间为音质考察而进行混响时间测量时，声源宜置于房间的某顶角，且距离三个界面均宜大于 0.5m。

查标准上建标网 www.jz321.net

4.2.4 用于体育馆混响时间验收测量时，声源宜置于场内中央、距地面 1.5m 处；用于测量电声系统时，应采用场内扩声系统扬声器作为替代声源，扬声器工况要求应处于正常使用状态或比赛使用状态。

4.3 传声器位置

4.3.1 传声器应根据听众的耳朵高度确定，宜置于地面以上 1.2m 处。出现前排座椅遮挡传声器时，可将传声器升高至高于前排椅背 0.15m 的位置，但报告中应说明传声器的高度。

4.3.2 用于降噪计算和扩声系统计算的混响时间测量时，应在房间人员主要活动区域或听众区域均匀布置传声器测点，应至少选择 3 个位置。

4.3.3 用于演出型厅堂音质验收的混响时间测量时，传声器位置宜在听众区域均匀布置。房间平面为轴对称型且房间内表面装修及声学构造沿轴向对称时，传声器位置可在观众区域偏离纵向中心线 1.5m 的纵轴上及一侧内的半场中选取。一层池座满场时不应少于 3 个，空场时不应少于 5 个，并应包括池座前部 1/3 区域、眺台下和边侧的座席；每层楼座区域的测点，不宜少于 2 个；舞台上测点不宜少于 2 个（图 4.3.3）。房间为非轴对称型时，测点宜相应增加

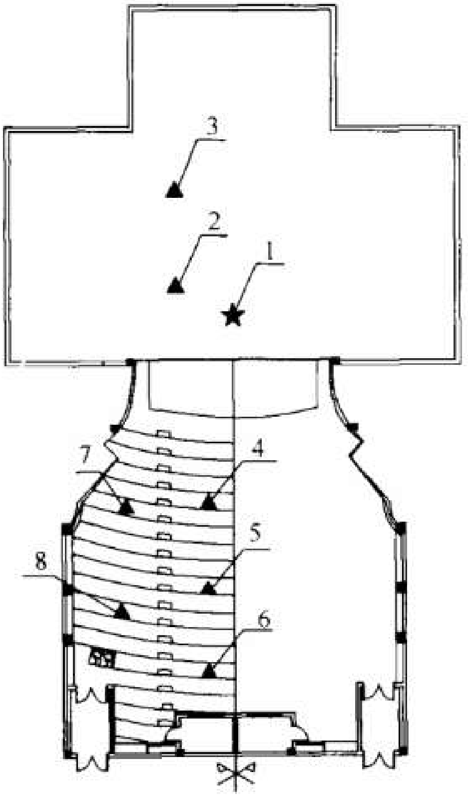

图 4.3.3 演出型厅堂室内传声器测点示意

1—声源点；2—舞台测点 1；3—舞台测点 2；4—观众厅测点 1；5—观众厅测点 2；6—观众厅测点 3；7—观众厅测点 4；8—观众厅测点 5

一倍。

4.3.4 用于非表演型且无舞台的房间，对其音质作考察而进行混响时间测量时，传声器测点位置宜置于与声源所在房间对角线交叉的另一条对角线上，应至少 3 个位置，并应均匀布置（图 4.3.4）。房间尺寸较小，且无法满足本规范第 4.3.6 条的规定时，可减少传声器测点数量。

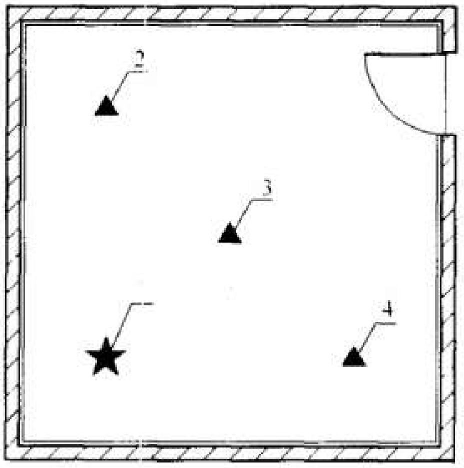

图 4.3.4 非表演型用房间室内传声器测点示意
1—声源；2—测点 1；3—测点 2；4—测点 3

4.3.5 用于体育馆混响指标验收测量，房间为轴对称型时，可选择在对称象限内的观众区布置传声器位置，满场时不宜少于 6 个，空场时不宜少于 9 个，并应均匀布置；房间为非轴对称型时，测点宜按倍数相应增加。

4.3.6 传声器位置的最小间距不宜小于 2m，从传声器至最近反射面的距离不宜小于 1.2m。

4.3.7 传声器位置不宜靠近声源，最小距离 d_{min} 可按下式计算：

$$d_{min} = 2\sqrt{\frac{V}{cT}} \quad (4.3.7)$$

式中：d_{min}——传声器与声源最小距离，m；

V——房间容积，m^3；

c——声速，m/s；

查标准上建标网 www.jz321.net

T——估计混响时间，s。

4.3.8 混响时间短的小房间，且无法满足本规范第 4.3.7 条的规定时，在声源和传声器之间应设置屏障消除直达声，屏障密度宜大于 5kg/m^2，表面吸声系数宜小于 0.1，面积宜大于 1.5m^2。

4.4 脉冲响应积分法获得衰变曲线

4.4.1 测量声源可使用脉冲声源发声、使用传声器接收，直接获得脉冲响应；也可使用扬声器发出最大长度序列信号、线性调频信号等，使用传声器接收，通过相关运算获得脉冲响应。

4.4.2 脉冲响应通过带通滤波器，平方后反向积分得出各个频带的衰变曲线。在背景噪声极低时，混响衰变曲线应按下式计算：

$$E(t)=\int_{t}^{\infty}p^{2}(\tau)\mathrm{d}\tau=\int_{\infty}^{t}p^{2}(\tau)\mathrm{d}(-\tau) \qquad (4.4.2)$$

式中：p——脉冲响应声压。

4.4.3 存在背景噪声，且脉冲峰值声压级超过背景噪声基线大于等于 50dB 以上时，可不计背景噪声的影响，反向积分的起始点可设在脉冲响应声压级曲线高于背景噪声基线 15dB 处。混响衰变曲线可按下式计算：

$$E(t)=\int_{t}^{T_1}p^{2}(\tau)\mathrm{d}\tau=\int_{T_1}^{t}p^{2}(\tau)\mathrm{d}(-\tau) \qquad (4.4.3)$$

式中：T_1——脉冲响应声压级曲线高于背景噪声基线 15dB 处的时刻，$t<T_1$。

4.4.4 脉冲峰值声压级超过背景噪声基线小于 50dB 以下，且背景噪声基线声压级已知时，应以背景噪声基线和脉冲响应声压级衰变曲线的交点作为反向积分的起始点，混响衰变曲线可按下式计算：

$$E(t)=\int_{t_1}^{t}p^{2}(\tau)\mathrm{d}(-\tau)+C \qquad (4.4.4)$$

式中：t_1——背景噪声基线和脉冲响应声压级衰变曲线交点处的时刻，$t<t_1$；

C ——去除噪声干扰的真实脉冲响应平方值从无穷大到 t_1 的积分。

4.4.5 在背景噪声级未知时，可使用一个可变的修正积分时间对脉冲响应的平方进行反向积分，修正积分时间可取混响时间估值的 1/5，可按下式计算：

$$E(t) = \int_{t-T_0}^{t} p^2(\tau)\mathrm{d}(-\tau) \qquad (4.4.5)$$

式中：T_0——修正积分时间。

4.4.6 每个测点位置可测量一次，结果对多个测点的混响时间应取算术平均值。

4.5 中断声源法获得衰变曲线

4.5.1 中断声源法应使用扬声器发出窄带噪声信号或粉红噪声信号激励房间待声场稳定后突然中断，应使用具有记录功能的声级计或声记录设备直接获得声压级衰变曲线。

4.5.2 容积为 15000m³ 以下的房间，声源持续时间应大于 4s。15000m³ 以上的房间，声源持续时间应大于 6s。

4.5.3 每个测量位置应测量三次，宜测量六次，应取混响时间的算术平均值。

4.6 使用衰变曲线计算混响时间

4.6.1 在衰变曲线衰变范围内，应画一条与其重合的直线。

4.6.2 作为混响时间的测量结果时，应计算 T_{30}，条件不许可时，可计算 T_{20} 作为混响时间的替代测量结果，并应在测量报告中进行说明。

4.6.3 衰变曲线起始部分应高于背景噪声的水平。计算 T_{20} 时，噪声水平应至少低于曲线的起始点 35dB；计算 T_{30} 时，噪声水平应至少低于起始点 45dB。衰变曲线末端应至少高于背景噪声 10dB。

4.6.4 当衰变曲线不呈直线形状而呈两段折线时，应建立一个适

查标准上建标网 www.jz321.net

当的拐点连接两段轨迹（图 4.6.4），应计算上下两段的斜率进而推算各自的混响时间，并应在报告中指明其动态区间。用于求斜率的 A 动态区间和 B 动态区间声压级衰变量不应少于 10dB。

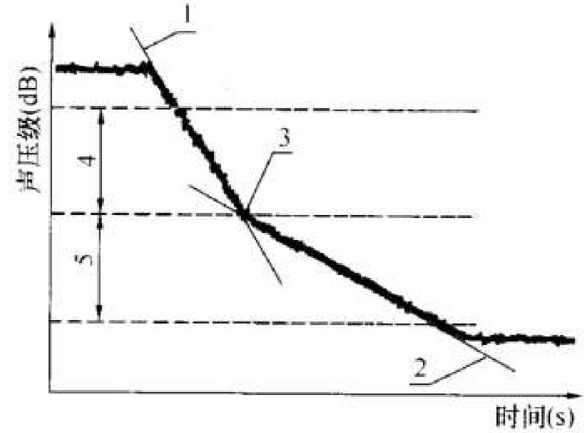

图 4.6.4　衰变曲线呈现两段直线形状的拐点及动态区间示意

1—A 区间直线；2—B 区间直线；3—拐点；4—A 动态区间；5—B 动态区间

4.7　空 间 平 均

4.7.1　空间平均的方法应为各测点测量值的算术平均。

4.7.2　普通矩形房间，应对所有声源和传声器测量位置所得到的测量结果进行平均计算。计算结果应作为该房间的平均混响时间。

4.7.3　剧场、多功能厅等存在舞台或楼座的空间，宜分别对舞台、一层观众席（池座）、各层楼座所布置的测点分别进行平均计算。计算结果应作为各区域的空间平均混响时间。

4.7.4　测量原始记录应精确到小数点后两位数字。作为测量结果的平均值应四舍五入，小于等于 1s 时，应取小数点后 2 位数字；大于 1s 时，应取小数点后 1 位数字。

5 结果的表达

5.1 图表及曲线

5.1.1 每个测量位置及各测量中心频率的混响时间的多次测量结果平均值，应使用表格列出，不同区域应单独列表，并应同时列出其空间平均值。测量结果列表应符合表5.1.1的规定。

表5.1.1 混响时间测量结果

频率（Hz） 测点	125	250	500	1000	2000	4000
观众厅池座1						
观众厅池座2						
观众厅池座3						
观众厅池座4						
观众厅池座5						
平均值						

5.1.2 每个区域空间平均混响时间频率响应应通过曲线图绘制（图5.1.2）。

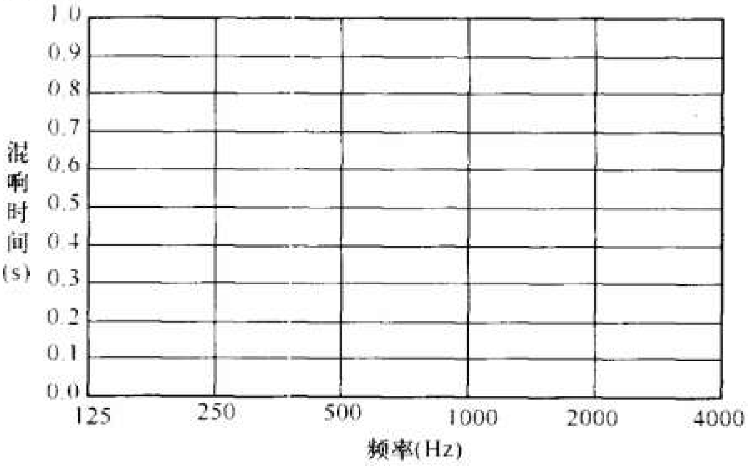

图5.1.2 混响时间频率响应曲线

查标准上建标网 www.jz321.net

5.1.3 绘制曲线图时，各个点应用直线连接。横坐标应为倍频程线性坐标，每个倍频程的距离宜为 15mm，同时纵坐标宜使用每 25mm 相当于 1s 的线性时间坐标。在横坐标上应注明倍频程或 1/3 倍频程的中心频率。

5.1.4 具有两种或两种以上有声学条件变化的使用状态（包括可调混响设施）的房间，应将各种状态下的测量结果分别计算和表达。

5.2 检 测 报 告

5.2.1 在检测报告中，应说明所依据的国家标准，并应符合本规范第 5.2.2～5.2.15 条的规定。

5.2.2 在检测报告中应注明测量房间的名称及地址。

5.2.3 在检测报告中应注明房间平面、剖面等示意图，并应包括声源、传声器位置。

5.2.4 在检测报告中应给出房间容积，房间不封闭时，应对房间的容积的定义进行说明。

5.2.5 对于有听众座椅的房间，应标明座椅的数量和类型。

5.2.6 在检测报告中应有房间墙面和顶棚的形式和材质的描述。

5.2.7 剧场、音乐厅、多功能厅以及报告厅等房间的检测报告，应对测量时彩排、空场、满场及在场观众的数量、演奏台和乐器布置状况进行相应说明。

5.2.8 在检测报告中应说明是否有可变混响设备、可变吸声装置、电子混响增强系统等。

5.2.9 在检测报告中应说明剧院防火帘幕和装饰帘幕升起或降下状态。

5.2.10 使用室内现有的扩声系统作为替代测量声源测量电声系统声源条件下的室内混响时间时，在测量报告中应包括下列内容：

1 测量信号系统与扩声系统的连接；

2 扩声系统是否含有何种有源电子混响效果设备；

3 发声扬声器的布置图。

5.2.11 在检测报告中应说明是否有乐池的升降、是否有音乐反射罩等舞台陈设。

5.2.12 在检测报告中应记录测量期间房间的温度和相对湿度。

5.2.13 在检测报告中应对声源的类型进行说明。

5.2.14 在检测报告中应说明所使用的声源信号。

5.2.15 在检测报告中应说明所使用的测量仪器及测量框图。

5.2.16 在检测报告中应说明测量机构的名称、测量人员和测量日期。

查标准上建标网 www.jz321.net

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1） 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2） 表示严格，在正常情况均应这样做的用词：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3） 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4） 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1 《电声学　倍频程和分数倍频程滤波器》GB/T 3241
2 《电声学　声级计　第1部分：规范》GB/T 3785.1－2010
3 《声学　建筑和建筑构件隔声测量　第3部分：建筑构件空气声隔声的实验室测量》GB/T 19889.3－2005

查标准上建标网　　www.jz321.net

中华人民共和国国家标准

室内混响时间测量规范

GB/T 50076－2013

条 文 说 明

修 订 说 明

《室内混响时间测量规范》GB/T 50076－2013经住房和城乡建设部2013年8月8日第121号公告批准、发布。

本规范是在《厅堂混响时间测量规范》GBJ 76－84的基础上修订而成，上一版的主编单位是清华大学，主要起草人是谭恩慈。本次修订的主要内容是：1.将厅堂的范围扩大为室内，增加了体育馆混响时间测量规定和降噪计算用混响时间测量规范；2.根据相应规范的更新，调整了测量设备的要求；3.深化和细化了测量过程中的计算方法、测点选取等内容。

本规范修订过程中，编制组进行了室内混响时间测量工作的调查，同时收集到近年来社会各界对各类室内混响时间测量的意见，综合考虑民用建筑室内规模和装修的现状、人们对各类室内空间的声学要求、社会经济的发展水平、建筑声学技术的发展水平，同时参考了国际通用的 Acoustics-Measurement of room acoustic parameters-part 1 performance space ISO 3382-1-2009 和 part 2 reverberation time in ordinary rooms ISO 3382-2-2008。在广泛征求意见的基础上最后经审查定稿。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《室内混响时间测量规范》编制组按章、节、条顺序编写了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

查标准上建标网　　www.jz321.net

目　次

1　总则…………………………………………………… 22
2　术语和符号…………………………………………… 23
　2.1　术语 ………………………………………………… 23
3　测量系统……………………………………………… 25
　3.1　室内环境 …………………………………………… 25
　3.2　中断声源法的声源 ………………………………… 26
　3.3　脉冲响应积分法的声源 …………………………… 27
　3.4　传声器和滤波器 …………………………………… 27
　3.5　声记录设备………………………………………… 28
　3.6　声级计和声压级记录仪 …………………………… 28
4　测量方法……………………………………………… 29
　4.1　测量频率 …………………………………………… 29
　4.2　声源位置 …………………………………………… 29
　4.3　传声器位置………………………………………… 29
　4.4　脉冲响应积分法获得衰变曲线 …………………… 30
　4.5　中断声源法获得衰变曲线 ………………………… 31
　4.6　使用衰变曲线计算混响时间……………………… 31
　4.7　空间平均 …………………………………………… 31
5　结果的表达…………………………………………… 33
　5.1　图表及曲线………………………………………… 33
　5.2　检测报告 …………………………………………… 33

1 总　　则

1.0.1 混响时间（Reverberation Time）是房间室内音质最重要的声学指标，长期以来已经得到实践的公认。房间进行建筑声学设计和室内装修设计时，应根据不同的音质要求确定混响时间指标，并进行建筑声学处理，施工完成后应使用本规范进行混响指标测量验收。混响时间也是扩声系统设计和室内降噪设计的重要计算参数。

1.0.2 本规范修订后，适用范围从音乐厅、剧场等“厅堂”扩展到一般的“建筑室内”。适用的房间包括语言、演出或音乐用房间，如音乐厅、剧场、影院、礼堂、报告厅、体育馆、多功能厅、教室、会议室、演播室、录音室、听音室、排练厅、博物馆、展览馆、KTV包房、办公室、营业厅、接待室、拍卖厅、候车（机）室、审判厅等；也包括需要考虑降噪的房间，如车间、餐厅、图书馆、画廊、健身中心、购物中心、酒店大堂、病房等；还包括有特殊音质要求的居住类建筑的房间，如卧室、书房、家庭视听室等。

房间维度尺寸之比过大的房间或任一维度尺寸小于测量频率半波长的房间，如走廊、天井、半开敞露天剧场等，室内声场不能充分扩散，声场分布极不均匀。这样的房间中不存在一般意义上的混响时间。即使某位置上能够获得线性声衰变曲线并以此计算出“混响时间”，也不能代表房间其他位置的状况，更不能代表房间整体的音质情况。

查标准上建标网　　www.jz321.net

2 术语和符号

2.1 术　　语

本规范中的术语，只是为了说明规范中有关项目的物理意义，而不追求该术语的全部完整定义。其中，部分术语按《声学名词术语》GB/T 3947 - 1996 和 Acoustics-Measurement of room acoustic parameters-part 1 performance space ISO 3382-1-2009 和 part 2 reverberation time in ordinary rooms ISO 3382-2-2008 给出，部分术语参考有关室内混响测量习惯常用词汇编写。

2.1.1 衰变曲线

理论上，若房间声场是完全扩散的，即各个位置声压级相等且每个位置各个方向的声能密度相等，那么，衰变曲线是线性的。实际情况下，由于声场非完全扩散，衰变虽呈线性趋势但局部存在波动，高频情况下波动较小，低频情况下波动较大。由于对脉冲响应的声压进行了反向积分，相当于对声压级衰变曲线进行了多次平均，因此，脉冲响应积分法比中断声源法获得的声压级衰变曲线局部波动更小，更平滑。

2.1.3 中断声源法

中断声源法也称为声源阻断法。声源稳定而持续发声，声源和房间的声场均达到稳定的状态，这时接收点平均等效声压级不再改变，其瞬时声压级可能在这一均值上下波动。

2.1.4 脉冲响应

现实中不可能产生并辐射出真正的狄拉克（Dirac）函数脉冲声。但在实际测量中，可以采用足够近似的瞬时声（例如电火花、刺破气球、发令枪）。另一种可选的测量技术是使用一段最大长度序列信号（MLS），或其他确定平直频谱特性的信号，并将测得的响应变换回脉冲响应。

在人耳接收的范围内，房间对声音传播是一线性系统，同一房间，声源到接收点的脉冲响应是唯一的，包含了房间的音质信息。

2.1.5 脉冲响应积分法

这个方法基于公式：$< S^2(t) > = N\int_t^{\infty} r^2(x)\mathrm{d}x$。式中 $S(t)$ 是稳态噪声的声压衰减函数，尖括号表示群体平均，$r(x)$ 是被测房间的脉冲响应，N 为谱密度。理论上，脉冲响应积分法得到的衰变曲线比较平滑，波动起伏小，不但能够测量混响时间，而且还能计算其他很多辅助声学参数。在 ISO 3382 中认为，一次脉冲响应积分法的测量精度与 10 次中断声源法的平均值相当。

查标准上建标网 www.jz321.net

3 测量系统

3.1 室内环境

3.1.1 正常使用条件是指：房间已装修完成，正在使用或已经可以使用。房间中应包括座椅、家具、灯具等设施。门或窗应能正常闭启。正常条件测量时，装修或座椅的保护面层（如包装纸、塑料薄膜等）应移除，房间内堆放的杂物应清走，如有可折叠伸缩式座椅，宜处于常规使用状态。主要设施包括幕布、地毯、桌椅等对房间混响时间能够产生一定影响的设施。

带有升降乐池的演出厅堂在正常使用过程中，乐池的升降状态会随演出形式而调整，因此在测量报告中需要对测量过程中乐池的状态和乐池内装修状态加以描述。

3.1.2 施工中期测量对房间音质控制和设计调整具有重要意义，但其测量结果会受到室内施工条件的很大影响。进行中期测量的房间应尽量打扫干净室内杂物。测量报告应详细描述对房间混响时间额外产生影响的因素，包括施工的阶段、室内放置的器械或物品、洞口是否封闭等。

3.1.3 测量时，房间的门窗宜关闭，应控制人员走动和讲话，并控制设备噪声。在测量频率范围内，传声器位置上的背景噪声声压级应比声源产生声压级至少低 45dB。在使用能够提高信噪比的多次相关测量技术的脉冲响应积分法时，可放宽到 35dB。

3.1.5 室内相对湿度过大时，一方面因空气吸收变小，在高频段测量结果会比实际情况偏大，另外，传声器膜片表面可能出现凝结水，损毁传声器或降低测量精确度。在游泳馆等高潮湿的环境下测量时，宜采用有传声器加热功能的测量仪器，防止膜片表面出现凝结水。

3.1.6 室温和室内相对湿度的变化会影响测量结果，应注意

监测。

3.2 中断声源法的声源

3.2.1 球形声源可为12只电声特性一致的扬声器嵌在正多面体的箱体上组成，箱体内填吸声材料，尺寸应小于房间长、宽、高最小尺寸的1/5，使发声时接近于无指向性的点声源。在剧场、音乐厅、讲堂等自然声源位于舞台上的厅堂，测量时扬声器位于舞台上。录音室、演播室、办公室、车间等声源位置不确定的房间，测量时扬声器可置于房间某顶角或者典型声源位置，房间相当于点声源的1/8象限，因此既可使用球形声源，也可以使用指向性扬声器。作为声源使用的扬声器应有技术检测数据，以便在混响时间测量出现异常时分析声源的影响。普通的民用扬声器销售时给出的技术指标一般是抽检数据，与实际使用的扬声器会存在差异。

3.2.2 使用电火花、刺破气球、发令枪等突发声音作为声源直接获取的衰变曲线不能作为中断声源测试的计算依据；同时也不能使用无法立即中断的声源，例如乐器或带有延时处理的扬声器作为中断声源获取声衰变曲线。

3.2.3 为保证测量频带范围内全部频率声音信号都能对房间产生激励，要求噪声信号的频率带宽应大于测量滤波器的带宽。采用倍频程进行测量时，噪声信号的带宽应大于被测倍频带；采用1/3倍频程时，噪声信号带宽应大于被测1/3倍频带。对于相同的输出功率，发出粉红噪声信号时，声音能量分配到各频带，单频带内所产生的声压级比发出窄带噪声信号时小，因此，使用粉红噪声信号需要更大的功率。

3.2.4 在多功能剧场、体育馆、影院或其他以扩声系统为主的房间中，借助室内现有的扬声器系统作为声源可以获得扩声系统条件下的混响时间。室内扩声系统如带有延迟效果器或分布式多扬声器存在距离延迟时，测量的混响时间可能会偏长。另外扩声扬声器的指向性也会影响混响时间的测量结果。使用扩声系统作

查标准上建标网　　www.jz321.net

为声源测量时，应详细描述扩声系统的状况。

3.3 脉冲响应积分法的声源

3.3.1 电火花、刺破气球等脉冲声源声功率较小，常用于容积小于 1000m^3的室内。发令枪等脉冲声源声功率较大，常用于容积大于 1000m^3的厅堂及体育馆。

3.3.2 脉冲宽度内声音传播距离与房间尺寸相比应足够小的瞬时声音才能被认为是近似理想冲击函数。电火花脉宽最小，约 0.1ms～0.2ms，适用的房间尺寸可以很小；刺破气球、发令枪等脉宽较大，约 20ms 左右，适用的房间长宽高最小尺寸宜不小于 5m。

3.3.3 最大长度序列 MLS 是一种周期性伪随机二进制序列（只有＋1 和－1 两种幅值），其自相关函数为冲击函数。MLS 方法测量的优点是：①根据 MLS 信号二进制序列的特点，相关运算可以使用哈达姆（Hadamard）变换方法，运算中只有加减法，计算速度快，效率高；②MLS 信号是确定性序列，可以精确地重复，所以能够使用同步平均技术计算 MLS 信号多次重复的响应。测量期间，背景噪声是随机的（不具有重复相关性），因此多次同步平均可以降低噪声能量分量，提高信噪比，MLS 信号每重复一倍时间，信噪比提高 3dB，有利于在较高背景噪声环境下的测量。

3.4 传声器和滤波器

3.4.1 传声器应保证无规入射时平直的频率响应，因此直径宜相对小或配有无规入射频率校正器。

3.4.3 应注意在混响时间较短的小房间中（如语言录音室、住宅等）测量低频混响时间时滤波器和测量系统电混响时间的影响。使用脉冲响应积分法测量时，由于采用了时间反向积分，因此滤波器和测量系统电混响时间的影响可放宽约 10 倍。在选择滤波器指标参数时，T_{det}为滤波器和测量系统的电混响时间，即

使用测量系统在消声室内测量得到的混响时间。

3.5 声记录设备

3.5.1 目前，数字化技术发展很快，A/D技术的数字化声记录设备已经普遍使用。宜采用采样频率不小于44kHz，采样精度不小于16位的数字声记录设备。在本规范修订期间，清华大学建筑学院对国内外主要品牌的混响时间测量设备进行了混响室对比测量，挪威Norsonic、丹麦B&K、法国01dB、国产杭州爱华等品牌测量设备均满足本规范的测量要求，测量结果具有很好的一致性，差异一般不大于5%。需要指出的是，对比测量发现，低频（<250Hz以下）混响时间测量差异可能达到15%。

3.5.2 声衰变结束后的时间是指声衰变到背景噪声的部分。

3.5.3 自动增益或其他抑制信噪比的电子控制可能不断调整信号增益，会造成信号失真。若数字声记录设备使用了压缩编码处理器，信号还原时将产生不可避免的失真。以上两种失真都会使混响时间测量结果出现不确定因素。

3.6 声级计和声压级记录仪

3.6.1 使用脉冲响应积分法测量时，因需要使用积分运算，常使用数字声压记录仪（数字声记录设备）记录后通过专用计算机软件处理完成。

3.6.2 在使用中断声源法测量混响时间时，如果声级计和声压级记录仪的时间常数过小，测量声压级的波动较大（低频测量时更为明显），对衰变曲线的直线拟合不利，宜根据混响时间确定合理的时间常数。需注意本条所述的“采样”是指对声压级衰变曲线的采样，不是对声压曲线的采样。

3.6.4 测量期间不得出现任何过载。

查标准上建标网 www.jz321.net

4 测 量 方 法

4.1 测 量 频 率

4.1.1 文艺演出类厅堂音质验收时测量频带扩展到63Hz和8000Hz的目的是与扩声系统的设计与测量相适应。电影行业等观众厅混响时间相关测量规范要求中心频率范围扩展到63Hz和8000Hz。需要注意的是，采用中断声源法测量63Hz混响时间时由于声压级起伏较大，精确度较低，宜采用脉冲响应积分法测量。

4.2 声 源 位 置

4.2.1 用于降噪计算的混响时间测量时，声源可选择在主要噪声源位置或典型噪声源位置。

4.2.2 对表演用厅堂主要包括音乐厅、剧场、多功能厅等，室内自然声源为演出人员及乐队，因此混响时间测量验收时，为了模拟自然声源的状况，声源一般位于舞台上。由于剧院及音乐厅等演出型厅堂中舞台自然声源点位置会涵盖舞台的整个区域（如舞台上、升降舞台、乐池及合唱席等处），因此在混响时间测量过程中可以对上述自然声源位置增加测量声源点。

4.2.3 非表演型且无舞台的房间主要包括录音室、琴房、会议室、办公室等，室内容积较小，且无明显的舞台空间。对此类房间进行混响时间测量时，自然声源位置不确定，声源可位于房间内几何意义上的顶角处。既有利于房间各种简正模式的激发，也便于传声器的布置，且降低了对扬声器指向性的要求。

4.3 传声器位置

4.3.1 在电影院等椅背比较高或者升起不足的厅堂测量中，如

果严格遵循传声器距离地面 1.2m 高度，传声器会被前排座椅遮挡，如影院等有高背、宽大座椅的情况。此种情况下可以将传声器位置适当上移。

4.3.2 传声器位置的布置原则，应均匀且有代表性地反映房间人员主要活动区域或观众席区域的混响情况。本条“均匀”的含义包括测点空间分布和声场分布的双重均匀性。

4.3.3 房间平面为轴对称，且声源位于对称轴上，轴位置上的声场可能因对称反射出现周期的极大极小值，因此测点宜避开轴线。

4.3.4 这里所指的对角线是地面上两个相对顶角之间的连线。

4.3.8 对录音室、琴房、练歌房等短混响的小房间进行混响时间测量中，如果传声器离声源过近，直达声过于强烈，会造成衰变曲线的初始部分过于陡峭，计算的混响时间可能偏小。

4.4 脉冲响应积分法获得衰变曲线

4.4.3 使用最大长度序列信号测量时，如果信噪比 S/N 大于 50dB，同样可以忽略背景噪声的影响。

估计脉冲响应平方反向积分的衰变曲线的指数曲率时，应取对数后进行最小二乘法估计，要求最小二乘法线性拟合离散度指标应大于 0.9。

4.4.4 C 值理论上是去除噪声干扰的真实脉冲响应平方值从无穷大到 t_1 的积分，实际计算中应进行估计。取 t_0 脉冲响应声压级衰变曲线是比 t_1 高 10dB 的时刻，根据 t_0 到 t_1 之间的脉冲响应平方的衰变曲线估计指数曲率，并使用这一曲率计算 C 值。

4.4.5 本条计算方法只能在无法获取背景噪声数值的情况使用。这种方法估计的混响时间的误差将大于第 4.4.3 条和第 4.4.4 条的方法。

式中的 T_0 是一个尝试的数值，可取混响时间估值的 1/5。先估计一个略大的数值作为混响时间，如果计算出来的混响时间与估值的差超过 25%时，取两者的均值作为新的混响时间估值，

查标准上建标网　　www.jz321.net

重新计算。

4.5 中断声源法获得衰变曲线

4.5.2 使用声功率恒定的扬声器发声，在容积为 15000m³ 以下的房间持续 4s 以上，或容积为 15000m³ 以上的房间持续 6s 以上，声波将经历 20～50 次以上的反射，各种简正模式已充分激励，声场基本达到稳态。

4.5.3 平均时，宜经多次测量，取平均并进行对比分析。宜舍弃与平均值差别超过±15%的测量数值。

4.6 使用衰变曲线计算混响时间

4.6.1 画一条尽可能与衰变范围内衰变曲线重合的直线的方法可使用最小二乘法进行线性拟合，离散度指标应大于 0.9。该直线的斜率即为衰变率（dB/s），从而可以计算出混响时间。

4.6.2 一般地，现场测量时信噪比可能较低，测量 T_{20} 更容易。另外，有人认为 T_{20} 代表了前 25dB 的衰减情况，与人耳的清晰度感觉关系更密切，对于语言使用的厅堂，T_{20} 更具实际意义。在低噪声测量条件下，背景噪声低，信噪比较高，常采用 T_{30} 的值作为结果。

4.6.3 一般认为，背景噪声比声源发出的声压级低 10dB 以上时，可以忽略背景噪声的影响。因此，噪声水平应至少低于衰变曲线评价区间下限 10dB 以上。

4.6.4 当衰变曲线不呈直线形状时不一定存在唯一的混响时间，如果衰变曲线呈现出两段直线的形状，那么根据两者相交接情况，建立一个适当的拐点连接两段轨迹，分别计算上下两段的斜率。

4.7 空 间 平 均

4.7.1 在进行空间算术平均时，对与平均值差异很大的位置（中高频 500Hz 以上时差异超过±10%或低频 400Hz 以下时差异

超过±15%)，有必要认真观察衰变曲线，防止测量、计算过程中引入不良误差。按本规范进行测量时，允许出现测量表观值在其真值附近摆动。这种现象在低频（250Hz 以下）尤为明显，这是因为，测量时，每一次发出和接收的声音信号的相位可能存在不一致性，造成衰变曲线出现不一致性。高频测量中相位问题影响较小，但房间反射表面存在微观湿度变化形成吸声系数变化(变化相对较小)，造成高频衰变曲线也会出现不一致性。

查标准上建标网　　www.jz321.net

5 结果的表达

5.1 图表及曲线

5.1.1 每个测点多次测量值不必全部列出，只列其平均值即可。

5.1.2 不同区域（如不同层观众席等）的混响时间平均值频率特性曲线一般需分别绘制。

5.2 检测报告

5.2.15 检测报告中说明测量仪器时应包括声源、传声器、记录仪等。

1 5 1 1 2 2 3 7 7 4

统一书号：15112 · 23774
定　　价：　10.00　元